



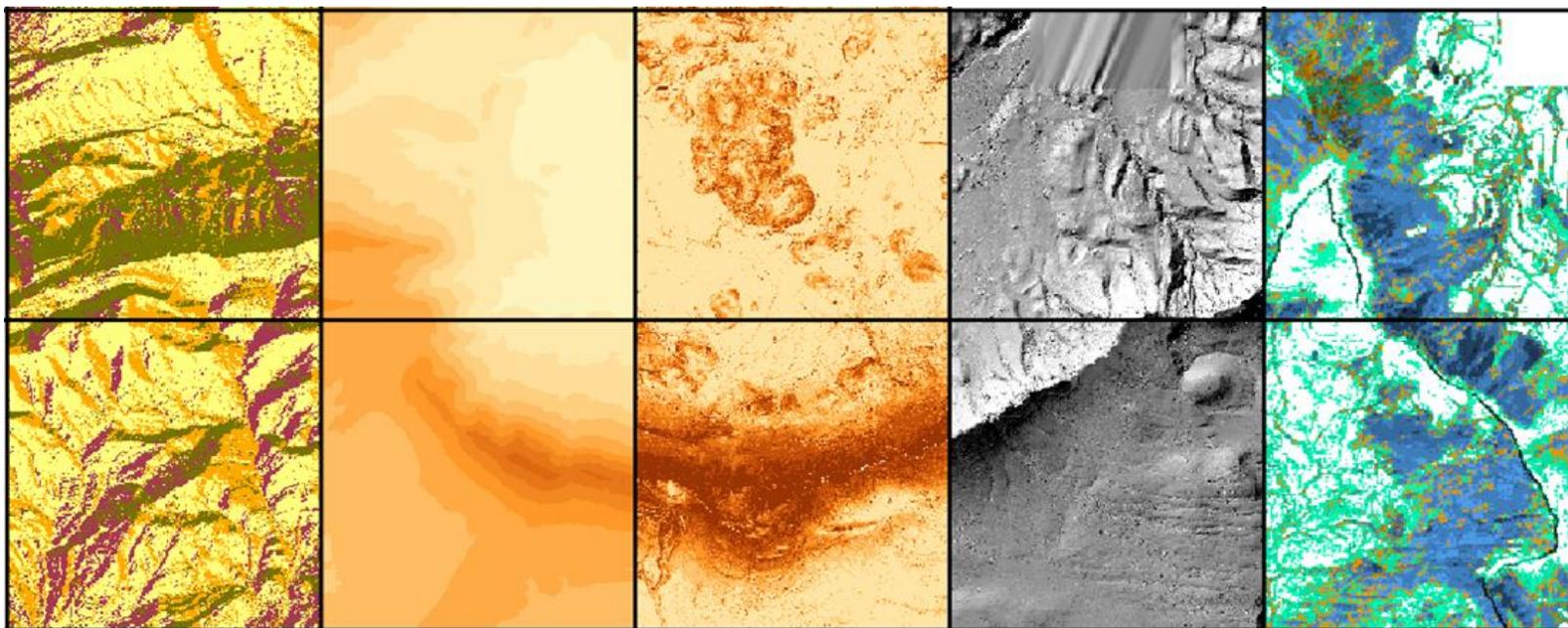
SEGUIMIENTO DE LA ESTRUCTURA DE LOS SISTEMAS NATURALES DE LA RED DE PARQUES NACIONALES MEDIANTE LA TECNOLOGÍA LIDAR



María Montero Jiménez
José Luis Tomé Morán

APLICACIÓN DE LA TELEDETECCIÓN AL SEGUIMIENTO DEL ESTADO DE
CONSERVACIÓN DE LOS SISTEMAS NATURALES

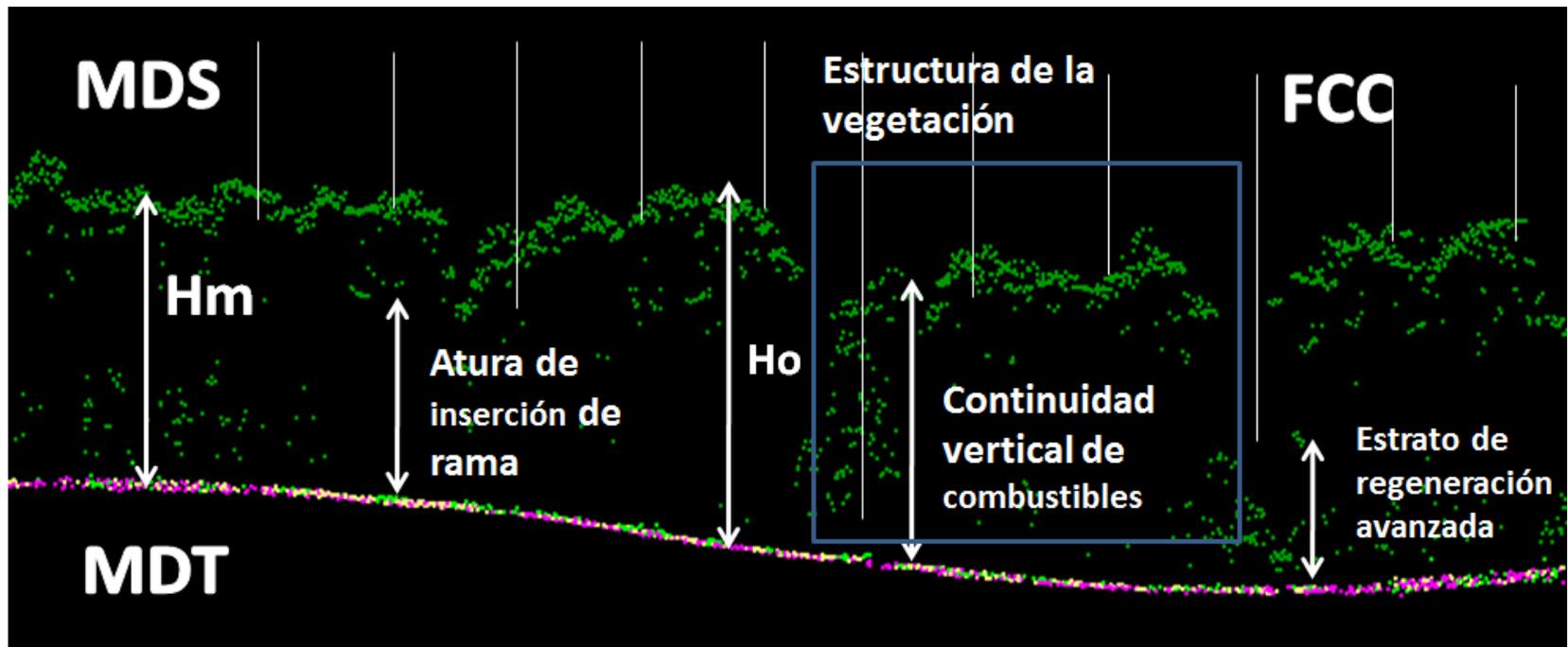
PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS LIDAR EN LA RED DE PARQUES NACIONALES.



Modelos de elevaciones, estadísticos LIDAR e incorporación de los mismos a la cartografía de sistemas naturales de vegetación

Objetivo

- Generación de **información útil de estructura de la vegetación** en formato ráster y vectorial para enriquecer la cartografía de **“sistemas naturales de vegetación”** de la Red de Parques Nacionales a partir de la **información LiDAR disponible**



Ámbito del trabajo



Los 15 Parque Nacionales que integran la Red de Parques Nacionales



- Aigüestortes i Estany de Sant Maurici
- Archipiélago de Cabrera
- Cabañeros
- Caldera de Taburiente
- Doñana
- Garajonay
- Islas Atlánticas de Galicia
- Monfragüe
- Ordesa y Monte Perdido
- Picos de Europa
- Sierra de Guadarrama
- Sierra Nevada
- Tablas de Daimiel
- Teide
- Timanfaya

Datos de Entrada:

- Límites oficiales de los Parques Nacionales
- Nubes de puntos LiDAR del PNOA:
 - 0,5 pulsos/m² de densidad
 - Precisión altimétrica con un error medio cuadrático inferior a 20 cm en altura
 - Bloques de 2x2 Km en ficheros digitales con formato “.laz”
 - Nubes de puntos suministradas tienen alturas ortométricas, clasificación automática y están coloreadas a partir de las propias ortofotos RGB del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA).
 - Sistema geodésico de referencia es ETRS89 en la Península, Islas Baleares, Ceuta y Melilla, y REGCAN95 en las Islas Canarias (ambos sistemas compatibles con WGS84) y proyección UTM en el huso correspondiente a cada fichero.

Material y Métodos



las Islas Atlánticas de Galicia

PNOA_2010_Lote10_GAL (29 archivos)

Picos de Europa 377 Archivos

PNOA_2010_LOTE4_CYL (104 archivos)

PNOA_2010_Lote5_CYL-RIO (72 archivos)

PNOA_2012_LOTE_AST (199 archivos)

PNOA_2012_LOTE_CANT (2 archivos)

Ordesa y

Monte Perdido

PNOA_2010_LOTE1_ARA-NORTE (73 archivos)

DIFERENTES HUSOS

Aigüestortes

i Estany de Sant Maurici

PNOA_2011_Lote_CAT (62 archivos)

Cabrera

PNOA_2014_BAL (13 archivos)

Sierra de Guadarrama

PNOA_2010_Lote7_CYL-MAD (160 archivos)

Tablas de Daimiel

PNOA_2009_Lote7_CLM (21 archivos)

Sierra Nevada 389 Archivos

PNOA_2014_AND-NE (161 archivos)

PNOA_2014_AND-SE (228 archivos)

Doñana

PNOA_2014_AND-NW (173 archivos)

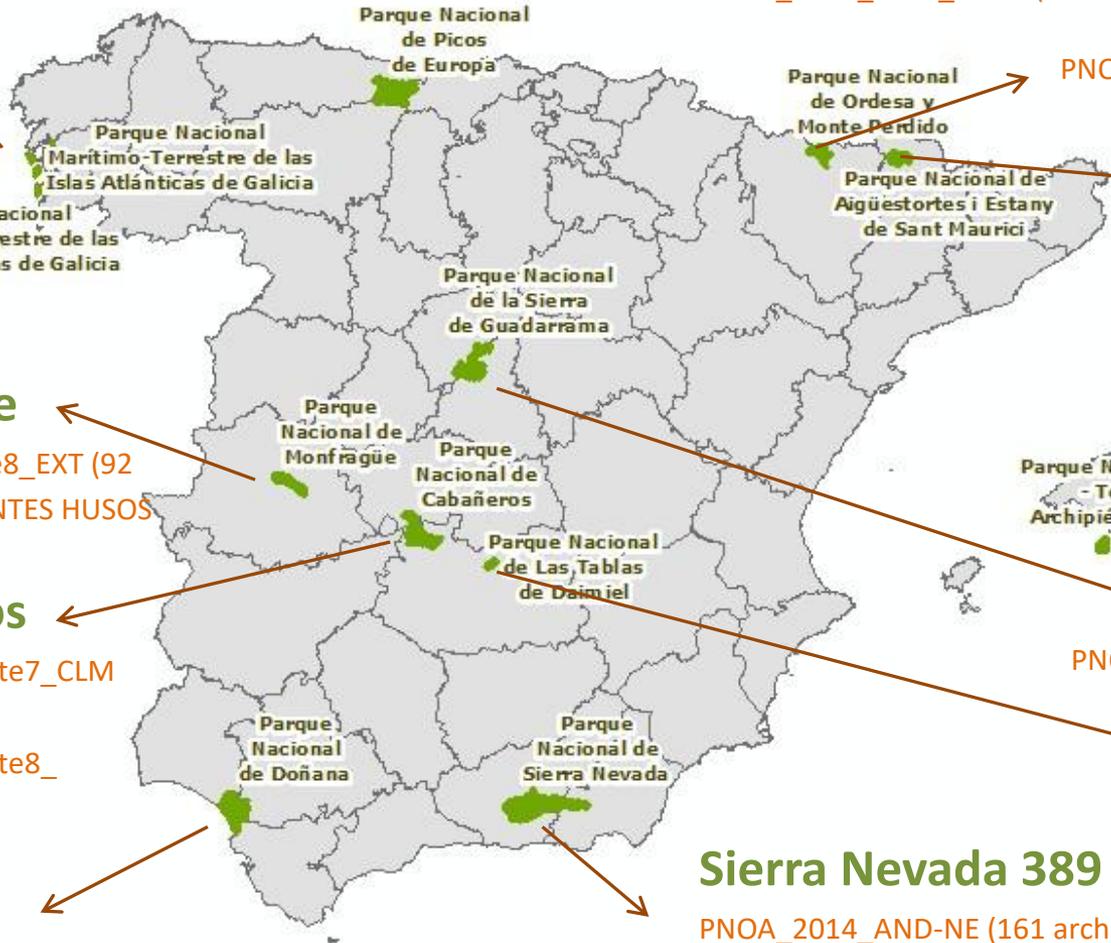
Cabañeros

PNOA_2009_Lote7_CLM (153 archivos)

PNOA_2010_Lote8_EXT (9 archivos)

Monfragüe

PNOA_2010_Lote8_EXT (92 archivos) DIFERENTES HUSOS



Material y Métodos

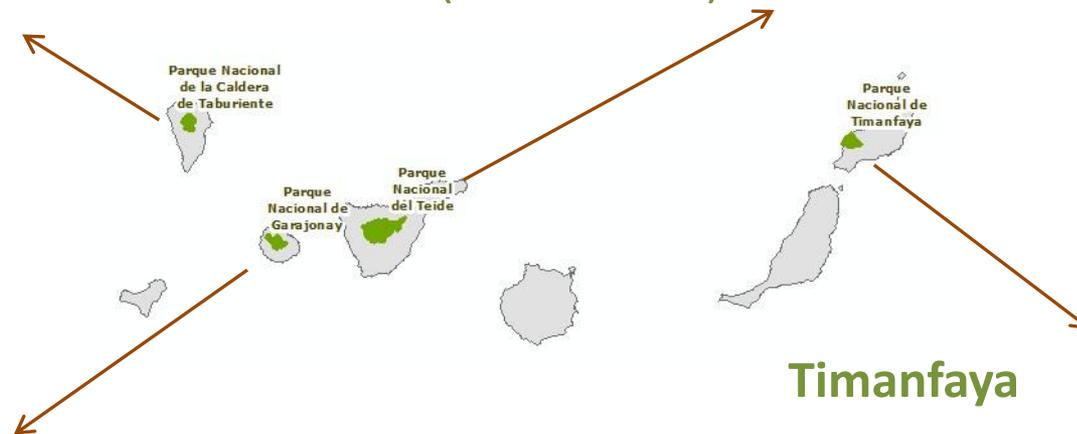
Parques Nacionales Canarios: Año 2009 REGCAN95

Caldera de Taburiente

PNOA_2009_Lote_CAN-Pal
(21 Archivos)

Teide

PNOA_2009_Lote_CAN-Ten
(71 Archivos)



Garajonay

PNOA_2009_Lote_CAN-Gom
(22 Archivos)

Timanfaya

PNOA_2009_Lote_CAN-Lan
(24 Archivos)

Material y Métodos

Tal como se puede apreciar en las figuras anteriores, en algunos parques nacionales hay **archivos procedentes de distintos vuelos del PNOA**: Picos de Europa, Cabañeros y Sierra Nevada. Criterios de selección de información:

- Se han priorizado los más modernos siempre que hay duplicidad de archivos completos.
- Cuando hay duplicidad pero el bloque no está completo, se selecciona el bloque completo aunque sea más antiguo.

Detección de **Problemas de Clasificación**:

- Reclasificación de archivos de Sierra Nevada: Problemas en los solapes del lote SE
- Reclasificación de archivos del PN Teide: Prueba de mejora semiautomática

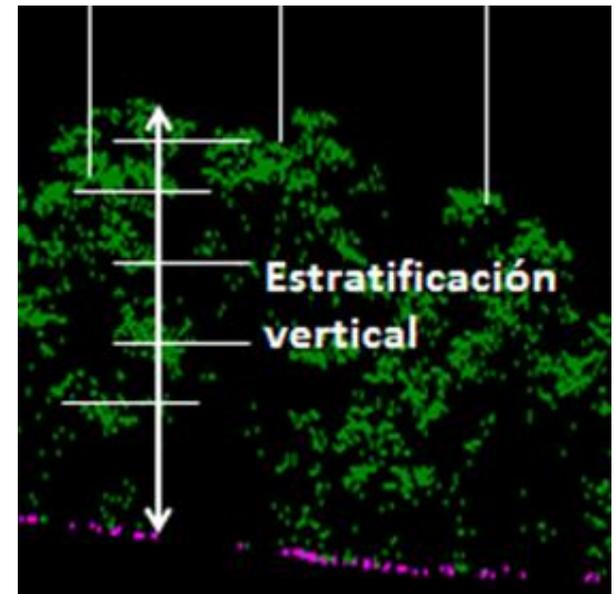
Proyecciones Cartográficas: Homogeneización de proyección en **parques con Archivos en distintos Usos**.

Material y Métodos

Estratificación de la Vegetación:

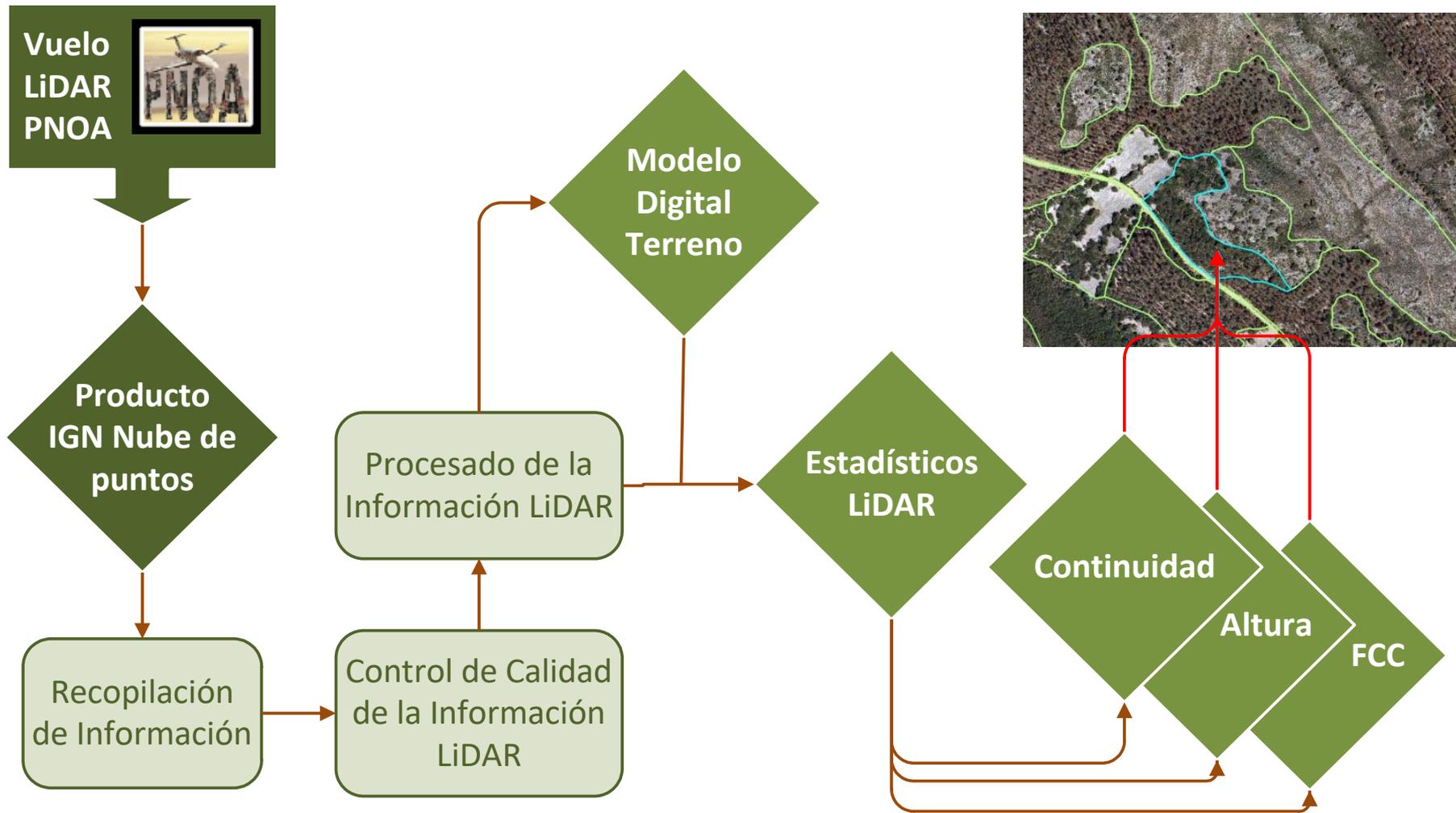
Para toda la superficie de trabajo se han procesado las nubes de puntos de cara a obtener distintas variables fisiográficas del terreno (Modelos Digitales de Elevaciones), así como una serie de estadísticos que caracterizan las masas forestales de los parques nacionales en los siguientes estratos:

- **Vegetación media:** de 0,5 - 2 m, asimilable a matorral
- **Vegetación media-alta:** de 2 - 4 m, asimilable al estrato arbustivo
- **Vegetación alta:** > 4 m, asimilable al bosque, o estrato arbóreo



Material y Métodos

Flujo de Trabajo e integración de datos en la Cartografía de Sistemas Naturales de Vegetación



Material y Métodos



Procesado LiDAR consistente en las siguientes fases:



- **Recopilación** de los Archivos LIDAR del PNOA



↓ N° Archivos: 0



- **Reclasificación** en caso de considerarse necesario: **LASGROUND**
- Generación de **Modelos Digitales del Terreno** (MDE) a partir de los archivos LAS ya clasificados del vuelo LIDAR
- **Cálculo de los principales estadísticos del LiDAR** para los retornos de vegetación por estrato en celdas cuadradas de 25 metros de lado. **FUSION is developed at the US Department of Agriculture, Forest Service**



Procesado LiDAR consistente en las siguientes fases:

- Puesta en valor de la información generada en **formatos compatibles con ArcGIS**: shape para los estadísticos y TIFF para las variables ráster (MDE, **FCC, Hm y CRR**).

Capas	Información LiDAR Generada
Fcc_1media	Capa correspondiente a la fracción de cabida cubierta para la vegetación media (0,5 – 2 m)
Fcc_2medialta	Capa correspondiente a la fracción de cabida cubierta para la vegetación media-alta (2 – 4 m)
Fcc_3alta	Capa correspondiente a la fracción de cabida cubierta para la vegetación alta (> 4 m)
Hm_1media	Capa correspondiente a la altura media para la vegetación media (0,5 – 2 m)
Hm_2medialta	Capa correspondiente a la altura media para la vegetación media-alta (2 – 4 m)
Hm_3alta	Capa correspondiente a la altura media para la vegetación alta (> 4 m)
Canopy_1media	Capa correspondiente al canopy relief ratio para la vegetación media (0,5 – 2 m)
Canopy_2medialta	Capa correspondiente al canopy relief ratio para la vegetación media-alta (2 – 4 m)
Canopy_3alta	Capa correspondiente al canopy relief ratio para la vegetación alta (> 4 m)

Material y Métodos

- **Cálculo para cada tesela de la capa de Sistemas de Vegetación** en cada parque, de las estadísticas de las capas raster obtenidas de FCC, Hm y CRR. Se han obtenido los siguientes campos con información LIDAR:

	Campos Inf. LiDAR	Origen de los datos
V. media	Mat_FCC	Media de los valores de la capa Fcc_1media para cada tesela
	Mat_AREA	Suma de la superficie de las teselas consideradas para el cálculo de la altura media del estrato de matorral
	Mat_ALTMED	Media de los valores de la capa Hm_1media para cada tesela
	Mat_STD	Desviación estándar de los valores de la capa Hm_1media para cada tesela
	Mat_ESTV	Media de los valores de la capa Canopy_1media para cada tesela
V. media-alta	Arb_FCC	Media de los valores de la capa Fcc_2medialta para cada tesela
	Arb_AREA	Suma de la superficie de las teselas consideradas para el cálculo de la altura media del estrato arbustivo
	Arb_ALTMED	Media de los valores de la capa Hm_2medialta para cada tesela
	Arb_STD	Desviación estándar de los valores de la capa Hm_2medialta para cada tesela
	Arb_ESTV	Media de los valores de la capa Canopy_2medialta para cada tesela
V. alta	Bos_FCC	Media de los valores de la capa Fcc_3alta para cada tesela
	Bos_AREA	Suma de la superficie de las teselas consideradas para el cálculo de la altura media del estrato arbóreo
	Bos_ALTMED	Media de los valores de la capa Hm_3alta para cada tesela
	Bos_STD	Desviación estándar de los valores de la capa Hm_3alta para cada tesela
	Bos_ESTV	Media de los valores de la capa Canopy_3alta para cada tesela

Material y Métodos

- **Incorporación de esta información LIDAR por tesela a la geodatabase** proporcionada por el OAPN para cada parque: Se incluye en dichas GDB una **tabla con la información LIDAR**, y una clase de relación de esta tabla con la capa de teselas (1 a 1 según el campo ID_tesela).



Incidencias Detectadas:

- Huecos en la cobertura LiDAR:

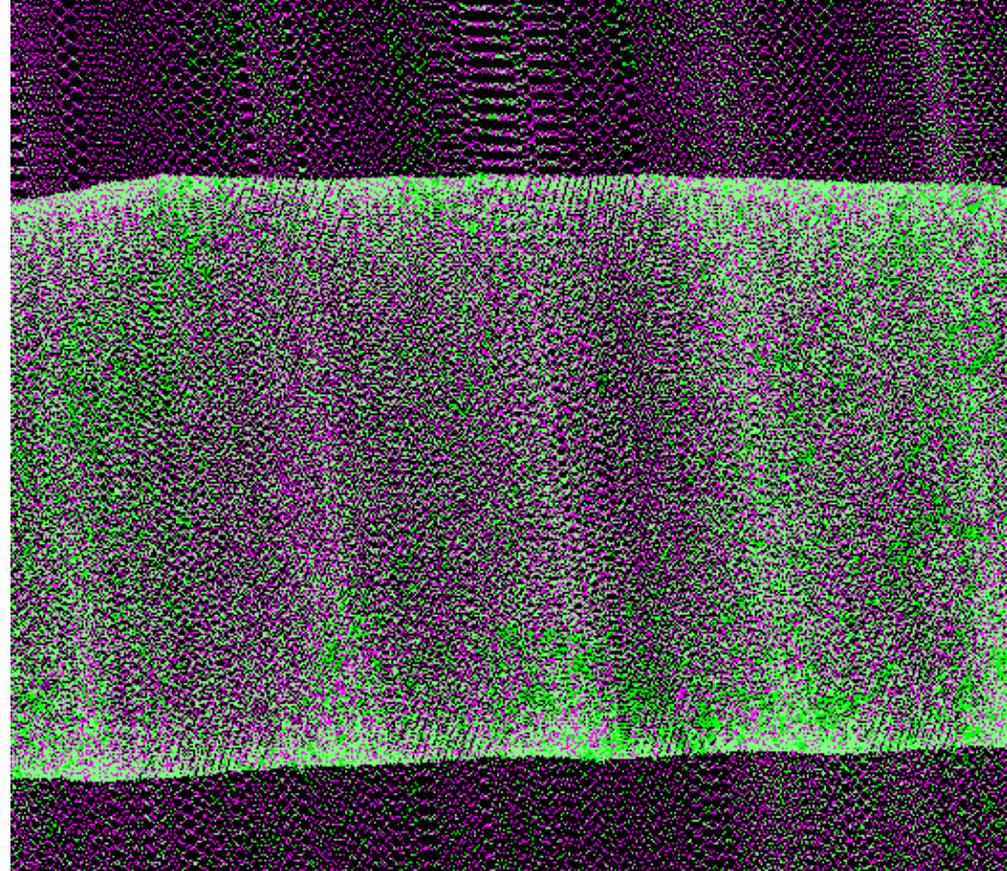


PN del Teide, sin influencia sobre la vegetación ya que esta en un sistema volcánico

Material y Métodos

Incidencias Detectadas:

- Problemas de clasificación puntual en los solapes.
(Andalucía SE)



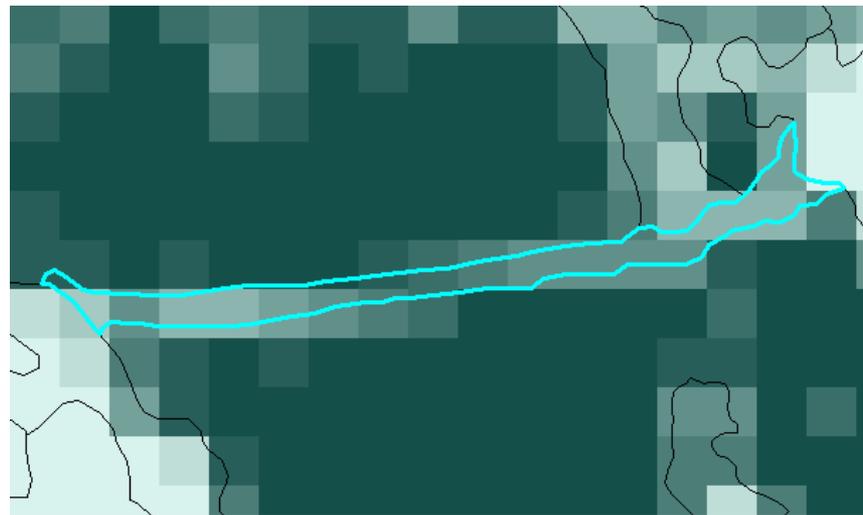
Material y Métodos

Incidencias Detectadas:

OBJECTID	11832
Id_Tesela	11832
Mat_FCC	1,18159
Mat_AREA	2500
Mat_ALTMED	1,1552
Mat_STD	0,253462
Mat_ESTV	1,18159
Arb_FCC	5,47395
Arb_AREA	2500
Arb_ALTMED	3,1395
Arb_STD	0,328957
Arb_ESTV	0,554725
Bos_FCC	51,6659
Bos_AREA	5625
Bos_ALTMED	9,80342
Bos_STD	2,70881
Bos_ESTV	55,5643

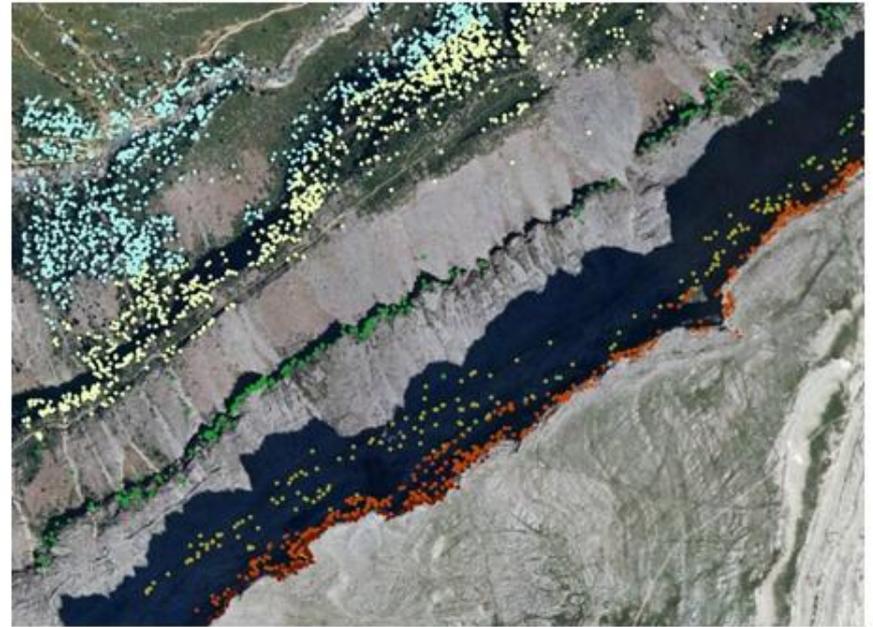


Impacto de la resolución
definida para el trabajo
(25 x 25 m)
Cortafuegos en Doñana



Material y Métodos

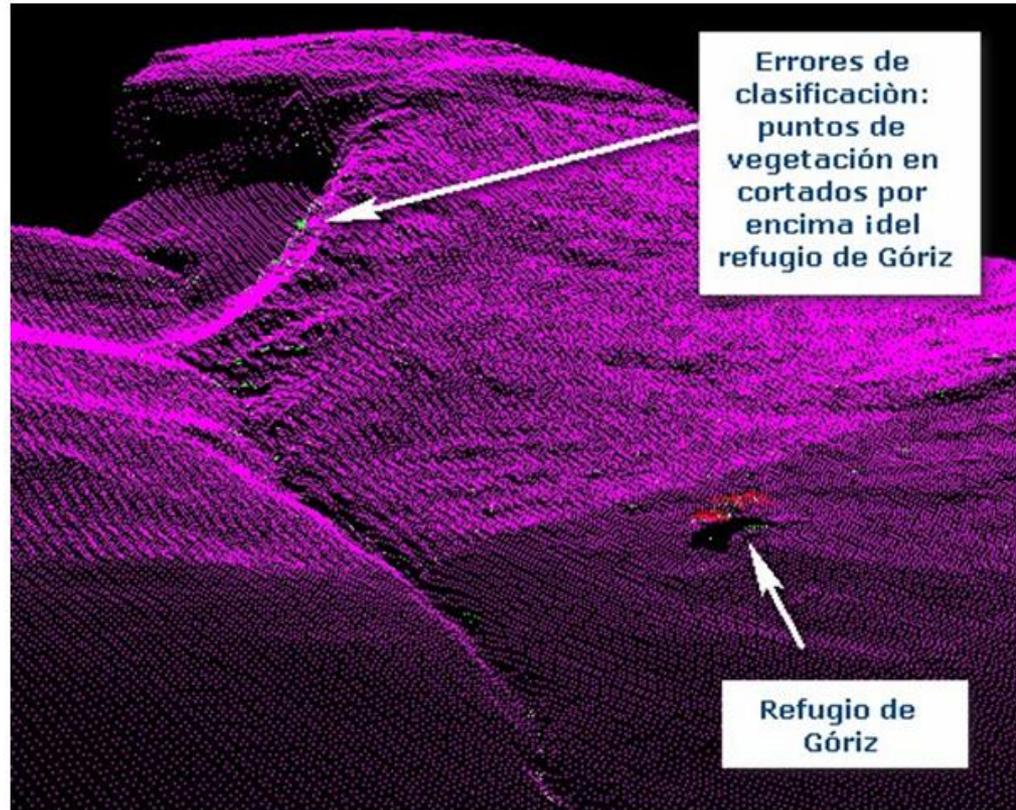
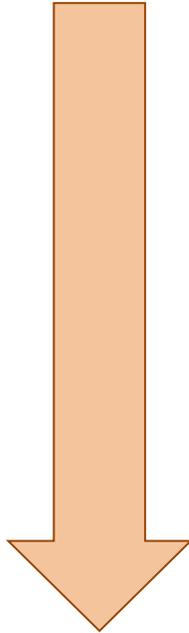
Incidencias Detectadas:



Problemas de clasificación de los datos originales en zonas de cortados.

Material y Métodos

Incidencias Detectadas:

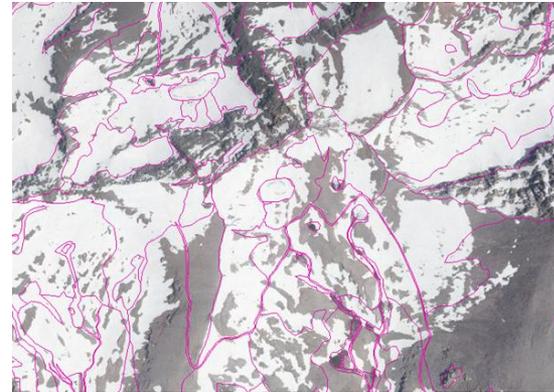


Soluciones Propuestas: **Revisión manual** (en todos los Parques)

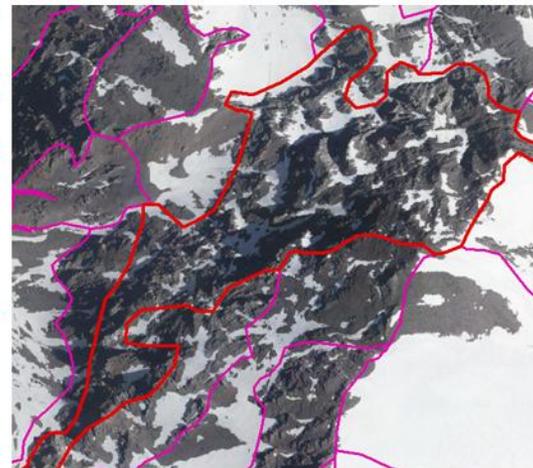
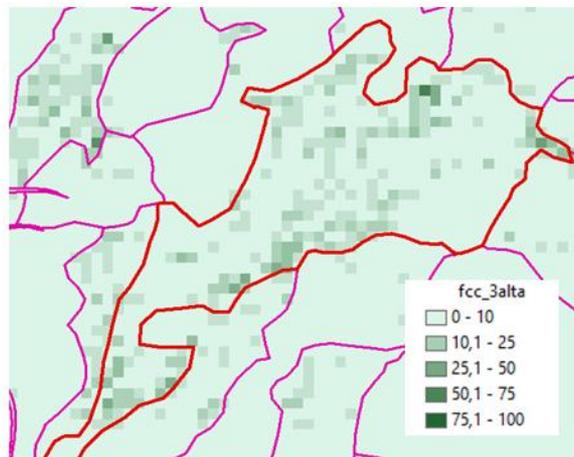
Material y Métodos

Revisión y mejora de resultados:

1) En parques con cotas altas, se han editado de forma automática las teselas por encima de una determinada altitud a partir de la cual se sabe que no existe ya vegetación de más de 0,5 m de altura

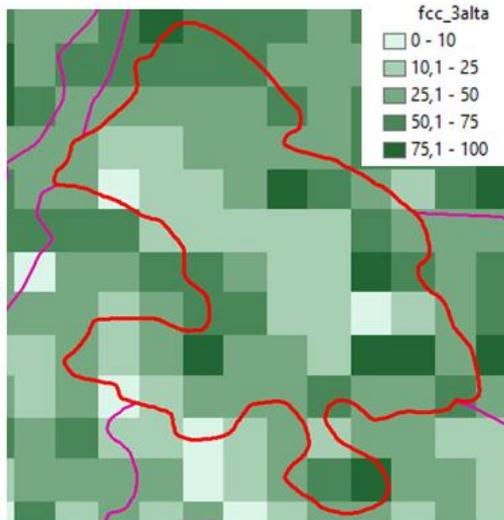


2) Zonas de menor altitud pero con sistemas de vegetación que corresponden a zonas rocosas, desprovistas de vegetación, acantilados, cortados, en las que las fuertes pendiente induce al error de considerar las rocas como vegetación. Se han editado todos los valores poniéndolos a 0 siempre que la vegetación correspondiente a los sistemas presentes tiene menos de 0,5 m de altura media.



Material y Métodos

3) En las teselas en las que se dan este tipo de situaciones pero en las que también existe arbolado, se ha hecho una **estimación manual** en base a la ortofoto, recalculando la FCC para esa tesela, considerando sólo la zona arbolada y no la que corresponde a rocas.



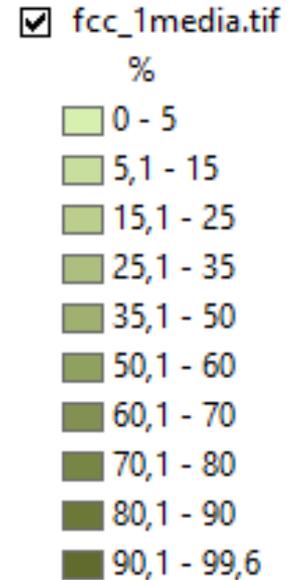
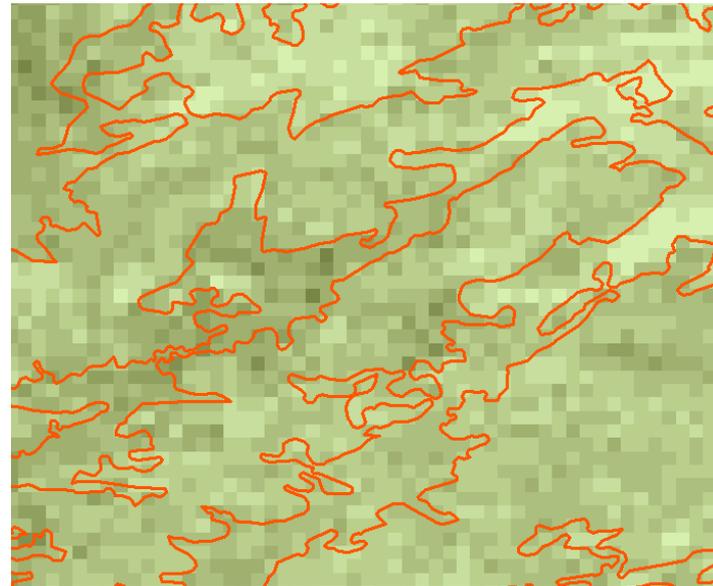
4) En algunos casos, se han puesto a cero los valores de algunas teselas en las que claramente no hay arbolado como láminas de agua, o infraestructuras.



Material y Métodos

Mejoras Metodológicas puestas a prueba:

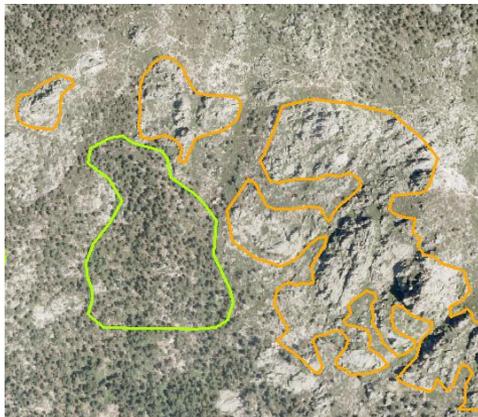
Problemas de clasificación en zonas con afloramientos rocosos en la pedriza. Este tipo de afloramientos mezclados con vegetación, especialmente abundantes en La Pedriza, P.N. de la Sierra de Guadarrama, son especialmente complicados de clasificar automáticamente. En la figura se puede ver un ejemplo de cómo zonas de roca en las que apenas hay vegetación, dan valores sobreestimados de FCC de matorral.



Material y Métodos

Mejoras Metodológicas puestas a prueba:

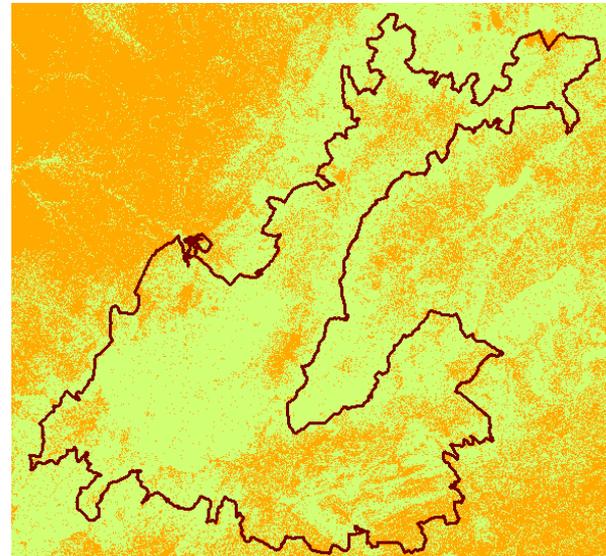
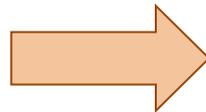
Para resolver este problema, se ha ensayado un clasificación supervisada a partir de imágenes del Satélite **Sentinel 2** del área de estudio. Se ha seleccionado una imagen actual y se ha realizado una pila de capas formada por bandas y el NDVI, en concreto: B02, B03, B04 (correspondientes al **espectro visible**), B05, B06, B07 (de **rojo a infrarrojo**), B08 (**infrarrojo cercano**) y el índice **NDVI** calculado como tanto con la banda de infrarrojo cercano como con la banda rojo-infrarrojo: $(B07-B04/B07+B04)$, $(B08-B04/B08+B04)$.



Regiones de entrenamiento

- 1, Roca, desarbolado
- 2, Vegetación

Random
Forest
(RF)
Breiman
(2001)



Para cada
Tesela se ha
obtenido un
factor entre
0 y 1
(% presencia de
rocas) aplicado
para corregir
los errores

Material y Métodos

Resultados definitivos tras la Revisión:

El alcance del número de teselas revisadas en cada parque se puede ver en la siguiente tabla :

Parque Nacional	Número total de teselas	Teselas revisadas manualmente (SI)	Teselas no revisadas manualmente (NO)	% SI	% NO
Aigüestortes	1.230	862	368	70,08	29,92
Atlánticas	600	381	219	63,50	36,50
Cabañeros	12.399	1.152	11.247	9,29	90,71
Cabrera	460	224	236	48,70	51,30
Caldera Taburiente	259	170	89	65,64	34,36
Doñana	10.995	666	10.329	6,06	93,94
Garajonay	308	18	290	5,84	94,16
Monfragüe	3.363	528	2.835	15,70	84,30
Ordesa	550	204	346	37,09	62,91
Sierra de Guadarrama	4.621	523	4.098	11,32	88,68
Sierra Nevada	10.201	4.141	6.060	40,59	59,41
Tablas de Daimiel	491	297	194	60,49	39,51
Teide	2.273	2.096	177	92,21	7,79
Timanfaya	125	125	0	100,00	0,00
TOTAL	47.875	11.387	36.488	23,78	76,22

Material y Métodos

Resultados definitivos tras la Revisión:

El alcance de la revisión en las teselas corregidas para la FCC del estrato de Vegetación alta (BOS):

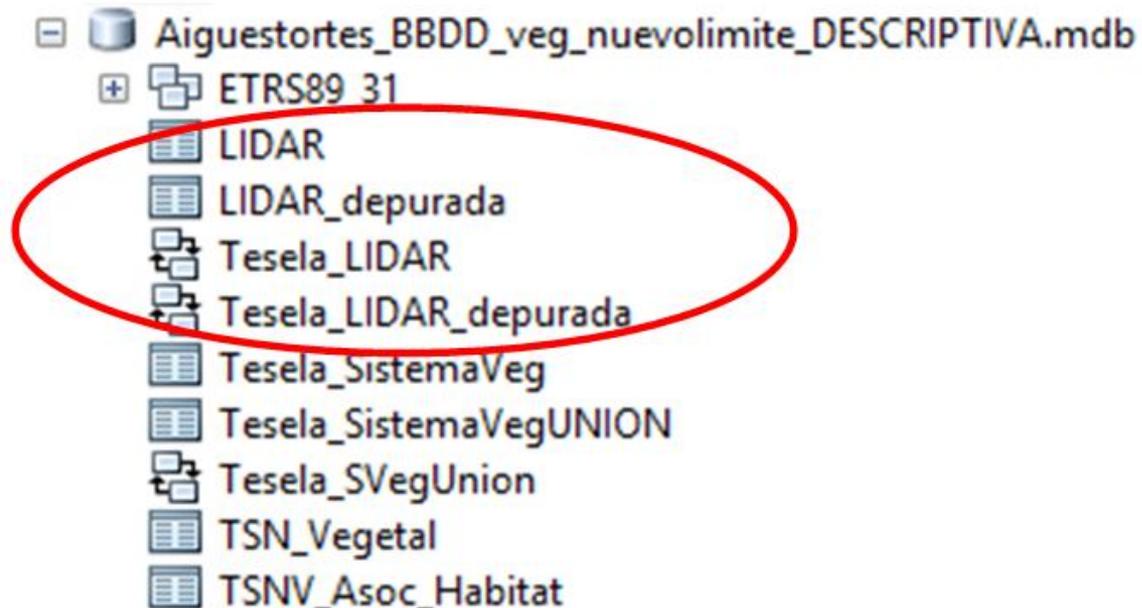
PARQUE NACIONAL	MEDIA FCC BOS ANTES DE LA REVISIÓN	MEDIA FCC BOS TRAS LA REVISIÓN	DIFERENCIA MEDIA FCC
Aigüestortes	5,93	2,34	3,59
Cabañeros	21,31	20,59	0,72
Cabrera	4,94	2,36	2,58
Caldera de Taburiente	25,73	1,28	24,45
Doñana	3,10	2,80	0,3
Garajonay	33,57	1,50	32,07
Islas Atlánticas	1,71	0,41	1,3
Monfragüe	17,56	16,71	0,85
Ordesa	1,02	0,11	0,91
Sierra de Guadarrama	22,29	22,16	0,13
Sierra Nevada	4,36	4,10	0,26
Tablas de Daimiel	0,31	0,02	0,29
Teide	0,69	0,13	0,56
Timanfaya	0,36	0	0,36

Relieve

Incendio

Material y Métodos

Como consecuencia de esta revisión manual, se ofrece la **información final** en **dos versiones: sin revisar y revisada**. La primera corresponde a los datos LIDAR según salen de los cálculos para cada tesela. Para la segunda, se ha partido de los valores LIDAR para cada tesela de todos los parques, y se han revisado de forma manual, obteniendo una información mejorada con respecto a la primera. Las dos versiones se incluyen dentro de la GDB de Sistemas de Vegetación de cada parque, nombradas como **LIDAR y LIDAR_depurada**, cada una de ellas con su clase de relación correspondiente.



Información Proporcionada Por Parque

A partir de la información procesada del LiDAR, en la presente entrega y para cada parque nacional se incorpora la siguiente información:

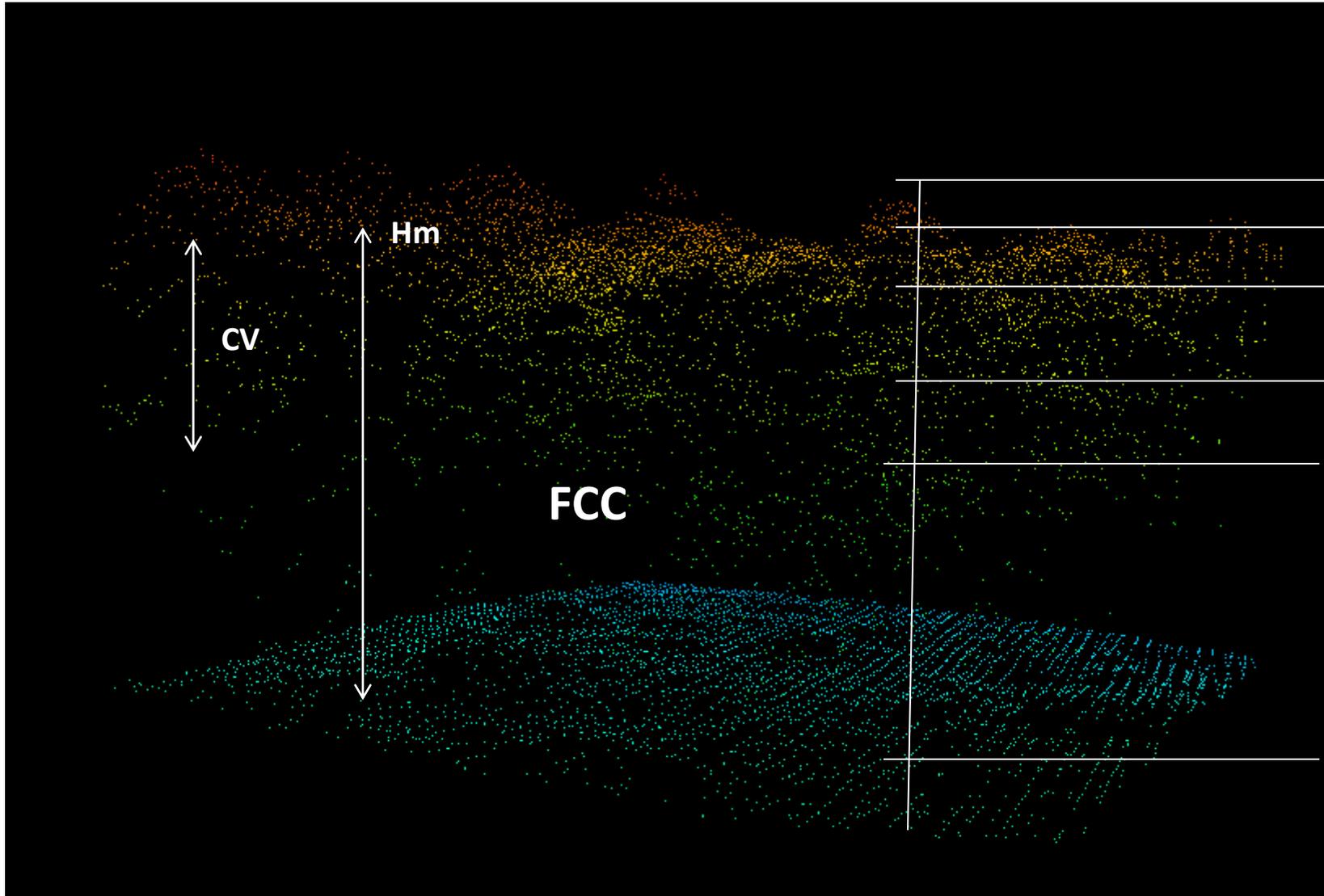
- **MDE.** Modelo digital de elevaciones en formato ráster 2x2 m
- **Altura media de la vegetación por estrato:** en formato ráster 25x25 m.
- **Fracción de Cobertura Vegetal (FCC):** en formato ráster 25x25 m.
- **Canopy relief ratio (CRR):** en formato ráster 25x25 m.

Este parámetro cuyo valor esta entre 0 y 1 refleja la estructura vertical de la biomasa vegetal, valores menores de 0,5 indican que la mayor parte de la biomasa esta en las partes bajas mientras que valores mayores de 0,5 indican que la mayor parte de la biomasa esta en las copas.

$$CRR = \frac{(H_{media} - H_{mínima})}{(H_{máxima} - H_{mínima})}$$

- **Estadísticos de la vegetación por estrato:** batería de 70 estadísticos LiDAR que caracterizan alturas y coberturas de la vegetación para cada estrato en celdas de 25 metros de lado para toda la superficie analizada en formato shape.

Información Proporcionada Por Parque



Hmax

PH95

PH75

PH50

PH25

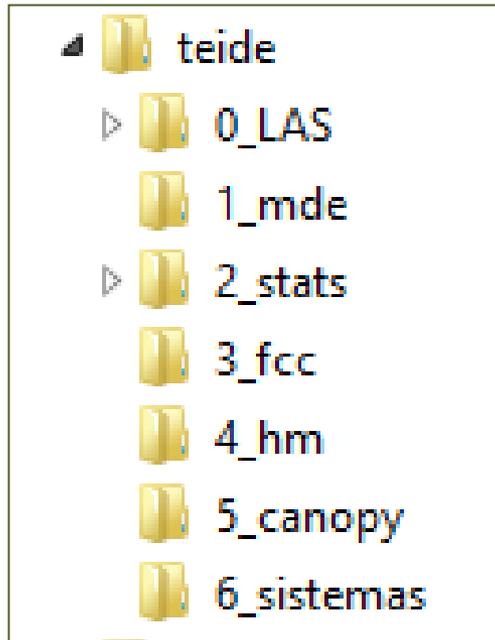
Hmin

Mínima: Altura mínima de la celda	Número de primeros retornos por encima de la altura mínima del estrato (altura mínima la que le definamos en la configuración)
Máxima: Altura máxima de la celda	Número segundos retornos por encima de la altura mínima definida
Media: Altura media de la celda	Número terceros retornos por encima de la altura mínima definida
Moda: valor con una mayor frecuencia en una distribución de datos en la celda	Número cuartos retornos por encima de la altura mínima definida
Desviación estándar: raíz cuadrada de la varianza de la celda	Número quintos retornos por encima de la altura mínima definida
Varianza: media de las diferencias cuadráticas de n alturas puntuaciones con respecto a su media aritmética en la celda	Número sextos retornos por encima de la altura mínima definida
Coefficiente de variación: relación entre el tamaño de la media y la variabilidad de la variable	Número séptimos retornos por encima de la altura mínima definida
Rango intercuartílico: Diferencia entre el tercer y el primer cuartil	Número octavos retornos por encima de la altura mínima definida
Skewnees: Mide la asimetría a nivel de celda	Número novenos retornos por encima de la altura mínima definida
Kurtosis: coeficiente de apuntamiento de la celda	Otros retornos por encima de la altura mínima definida
Percentil 1: Altura tal que el 1 % de los retornos están por debajo de ella.	Porcentaje de primeros retornos por encima de la altura de corte definida. Fracción de Cabida Cubierta FCC (altura mínima para cada estrato)
Percentil 10: Altura tal que el 10 % de los retornos están por debajo de ella.	Todos los primeros retornos por encima de la altura de corte definida
Percentil 20: Altura tal que el 20 % de los retornos están por debajo de ella.	Porcentaje de primeros retornos por encima de la altura media
Percentil 25: Altura tal que el 25 % de los retornos están por debajo de ella.	Porcentaje de primeros retornos por encima de la moda
Percentil 30: Altura tal que el 30 % de los retornos están por debajo de ella.	Porcentaje de todos los retornos por encima de la altura media
Percentil 40: Altura tal que el 40 % de los retornos están por debajo de ella.	Porcentaje de todos los retornos por encima de la moda
Percentil 50: Altura tal que el 50 % de los retornos están por debajo de ella.	$100 * (\text{Todos los retornos por encima de la media}) / (\text{Primeros retornos por encima de la media})$
Percentil 60: Altura tal que el 60 % de los retornos están por debajo de ella.	$100 * (\text{Todos los retornos por encima de la moda}) / (\text{Primeros retornos por encima de la moda})$
Percentil 70: Altura tal que el 70 % de los retornos están por debajo de ella.	Número de primeros retornos por encima de la altura media
Percentil 75: Altura tal que el 75 % de los retornos están por debajo de ella.	Número de primeros retornos por encima de la moda
Percentil 80: Altura tal que el 80 % de los retornos están por debajo de ella.	Numero de retornos totales por encima de la altura media
Percentil 90: Altura tal que el 90 % de los retornos están por debajo de ella.	Numero de retornos totales por encima de la moda
Percentil 95: Altura tal que el 95 % de los retornos están por debajo de ella, muy relacionada con la altura dominante	Número total de primeros retornos en la celda
Percentil 99: Altura tal que el 99 % de los retornos están por debajo de ella.	Número total de retornos en la celda

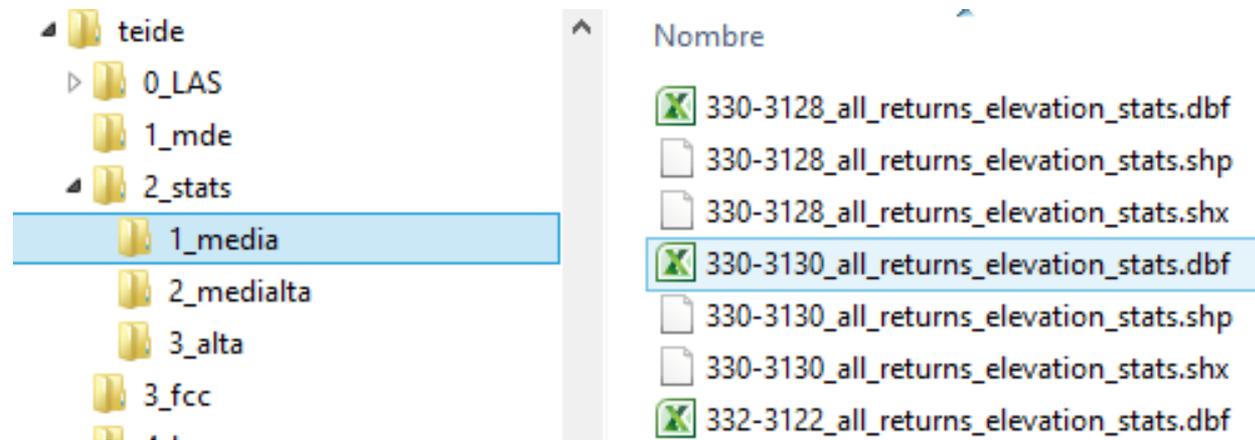
Información Proporcionada Por Parque



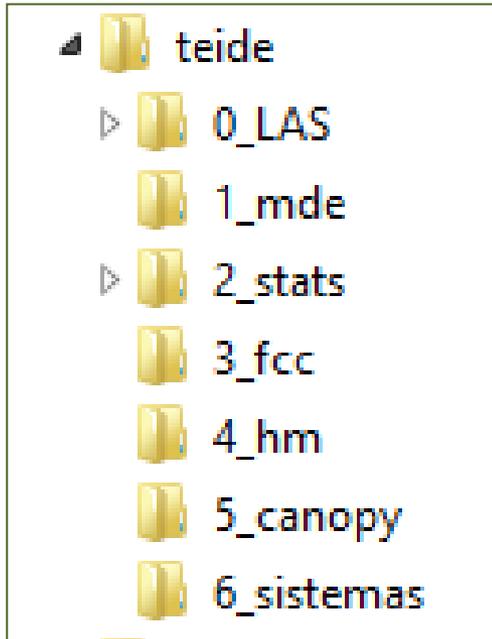
- **0_LAS:** Archivos LIDAR (originales, y reclasificados en Teide y Sierra Nevada)



- **1_mde:** Modelo digital de elevaciones (formato tif, celda 2 m)
- **2_stats:** Estadísticos LIDAR (formato shp, celda 25 m) para los tres estratos de vegetación considerados en bloques de 2x2 km correspondientes a los bloques LAS, en las tres carpetas correspondientes:



Información Proporcionada Por Parque



- **3_fcc:** Fracción de cabida cubierta (formato tif, celda 25 m) para los tres estratos de vegetación.
- **4_hm:** Altura media (formato tif, celda 25 m) para los tres estratos de vegetación.
- **5_canopy:** Canopy relief ratio (CRR) (formato tif, celda 25 m) para los tres estratos de vegetación.
- **6_sistemas:** Bases de datos con los sistemas de vegetación y los datos LIDAR (sin revisar, y revisada)

SEGUIMIENTO MEDIANTE SENSORES REMOTOS DE LA EVOLUCIÓN DE LA VEGETACIÓN DENTRO DEL PROYECTO “RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DEL PARQUE NACIONAL DE GARAJONAY Y SU ENTORNO, DESPUÉS DEL GRAN INCENDIO DE 2012”

PROYECTO LIFE13 NAT/ES/000240 – LIFE+
GARAJONAY VIVE

RESUMEN DE RESULTADOS

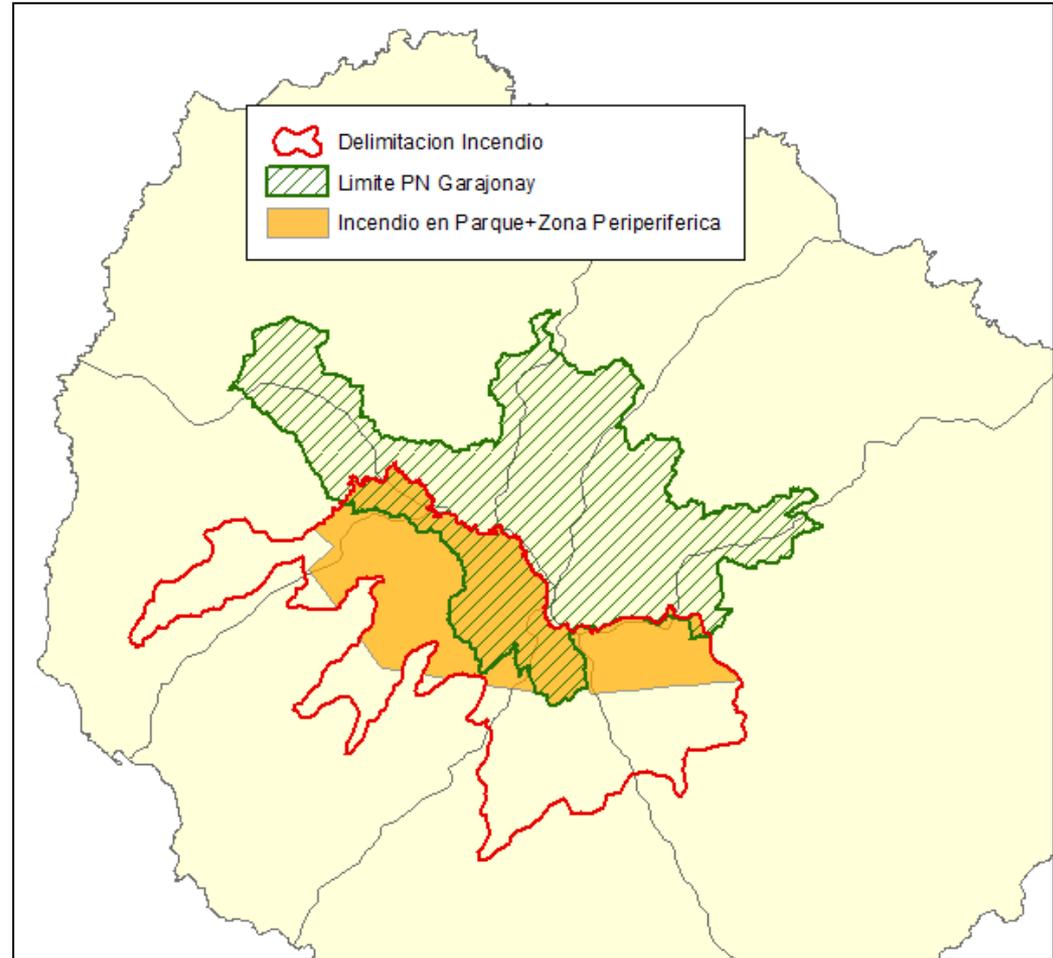
Antecedentes

- Gran incendio en La Gomera (Agosto 2012): 3600 ha

- Parque Nacional de Garajonay:

1.868 ha quemadas

Zona interior PN +
Zona Periférica de
Protección



Estado de la Vegetación

- Presencia abundante en gran parte de la superficie de **fustes calcinados en pie**
- Existencia de **brotos de cepa entremezclado** con especies de **matorral y herbáceas**



Objetivo

- Conocer el **grado de afectación y recuperación** de la vegetación tras el incendio
- Uso de **sensores remotos complementarios** (activos y pasivos)
- Datos de **distintas fechas** para analizar estado y evolución de la vegetación
 - Situación de partida (pre-incendio)
 - Situación tras el fuego (inmediatamente posterior al incendio)
 - Situación actual (información más reciente disponible)

Datos Utilizados

- **LiDAR**

- Densidad de 1 pulso/m²
- Procesado en 20 m x 20 m
- 3 fechas disponibles:
 - Octubre 2011 (pre-incendio)
 - Octubre 2012 (post-incendio)
 - Agosto 2014 (más reciente disponible)

- **Imágenes espectrales**

- Aéreas GRAFCAN (0,5 m). 2 fechas:
 - Marzo 2012 (pre-incendio)
 - Agosto/Septiembre 2012 (post-incendio)
- Satélite
 - LANDSAT-7 (30 m): varias imágenes pre y post-incendio
 - Sensor Pleiades (2 m): más reciente, Julio 2015

**Oportunidad
Parques Canarios**

Vuelos Recurrentes

PNOA 2009-2015
GRAFCAN

*Proyecto piloto para la
detección de cambios en
el territorio desde el Año
2010*

Resultados Obtenidos



1. Caracterización estructural tridimensional a partir de datos LiDAR

- Coberturas vegetales (FCC)
- Distribución vertical de la vegetación (perfiles)

2. Análisis de datos de intensidad LiDAR

- Estrato arbolado: discriminación de copas vivas y muertas
- Estrato matorral/sotobosque: grado de rebrote de cepa del arbolado

3. Análisis de imágenes espectrales

- Comparativa de índices espectrales de severidad del fuego
- Evolución de índices de vegetación
- Análisis de firmas espectrales
- Nivel de regeneración post-incendio

4. Integración de sensores: imágenes y LiDAR

- Clasificación biomasa viva/muerta en arbolado y estado de rebrote

Caracterización estructural tridimensional a partir de datos LiDAR

1) Coberturas vegetales

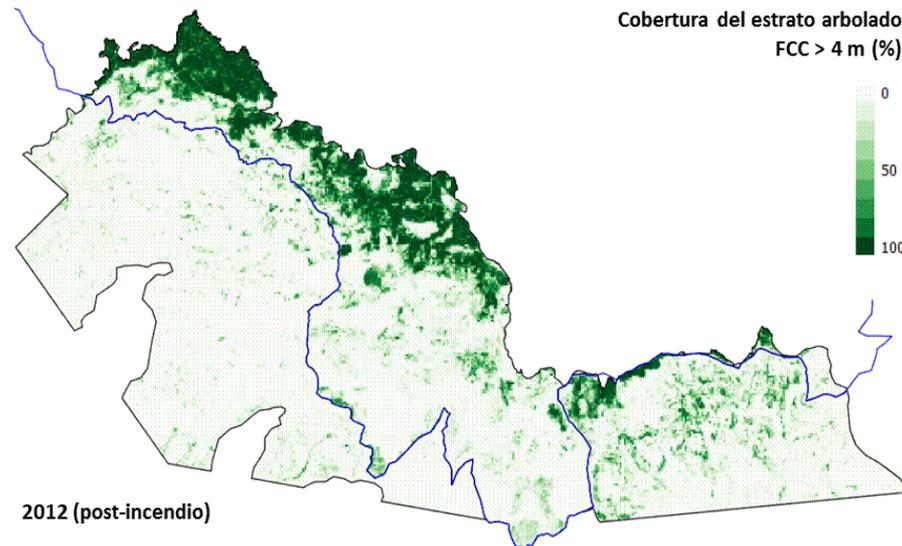
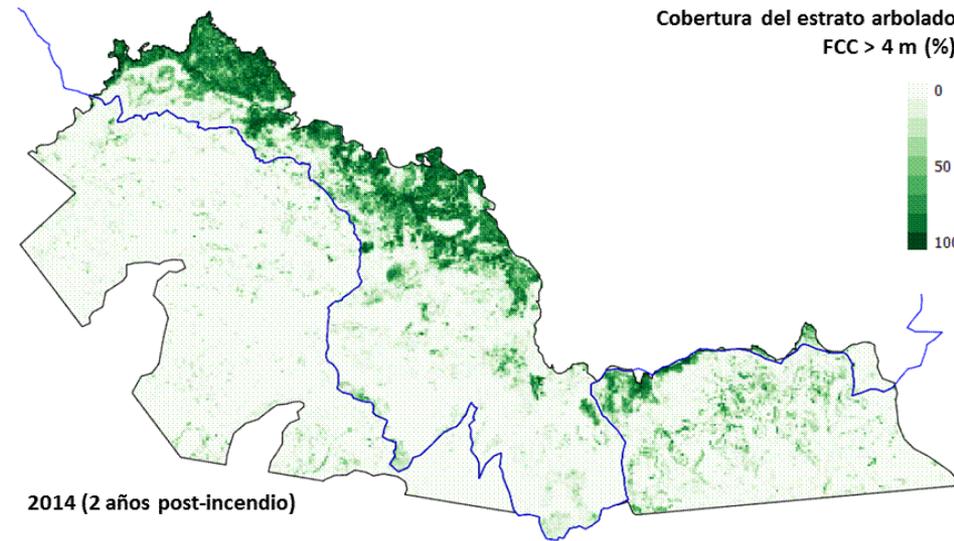
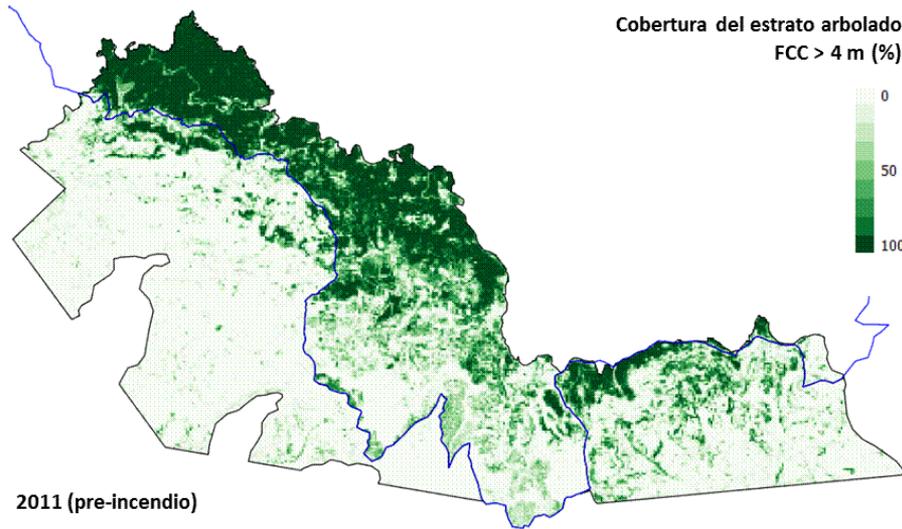
Análisis en 2 estratos de altura diferenciados:

- Estrato superior a 4 m: FCC del arbolado
IMPORTANTE: NO distingue entre copas vivas o muertas
- Estrato inferior a 4 m: FCC del matorral o sotobosque

Periodos:

- 2011-2012: pérdidas inmediatas tras el fuego
- 2012-2014: evolución post-incendio
- 2011-2014: comparación con situación de partida

Caracterización estructural tridimensional a partir de datos LiDAR

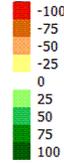


Coberturas vegetales:

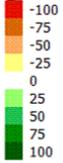
- Por niveles de severidad
- Por cuencas hidrográficas
- Por tipos de vegetación

Caracterización estructural tridimensional a partir de datos LiDAR

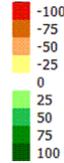
Variación FCC (%)
en el estrato < 4 m
(2011-2012)



Variación FCC (%)
en el estrato < 4 m
(2011-2014)



Variación FCC (%)
en el estrato < 4 m
(2012-2014)



Coberturas vegetales:

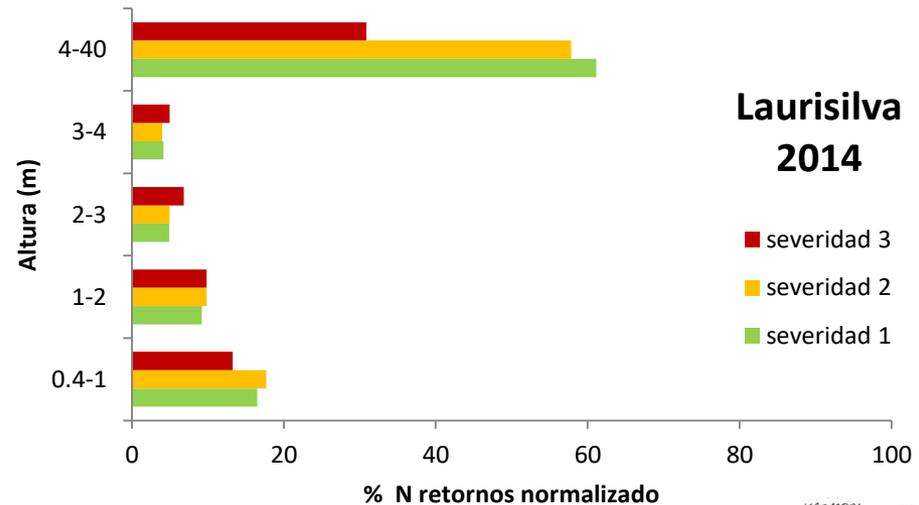
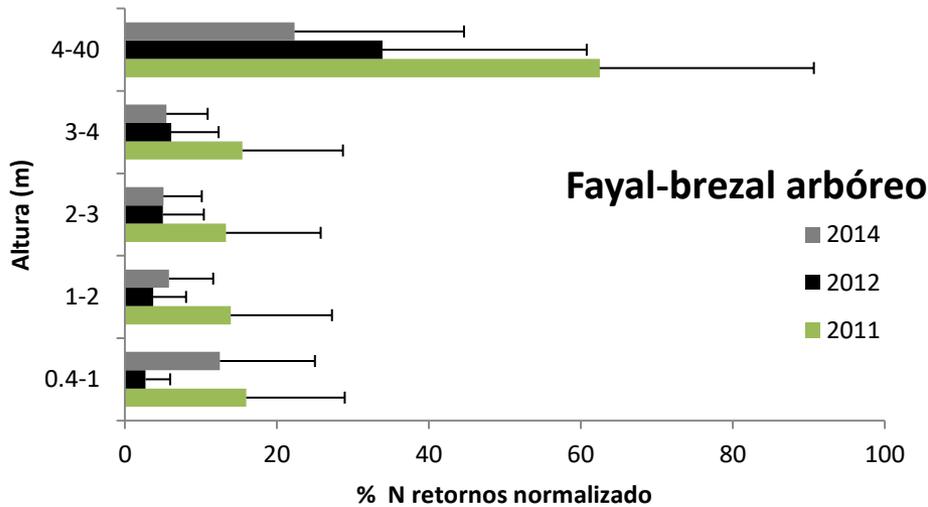
- Evolución entre fechas
- Cuantificación pérdidas
- Superficies afectadas

Caracterización estructural tridimensional a partir de datos LiDAR

2) Distribución vertical de la vegetación

Perfiles de la densidad (% nº retornos normalizados) por tramos de altura predefinidos

- Promedio por especies
- Evolución entre fechas
- Por niveles de severidad



Análisis de datos de intensidad LiDAR

1) Discriminación de biomasa viva y muerta en las copas del arbolado

- Valores de intensidad LiDAR en el estrato superior a 4 m

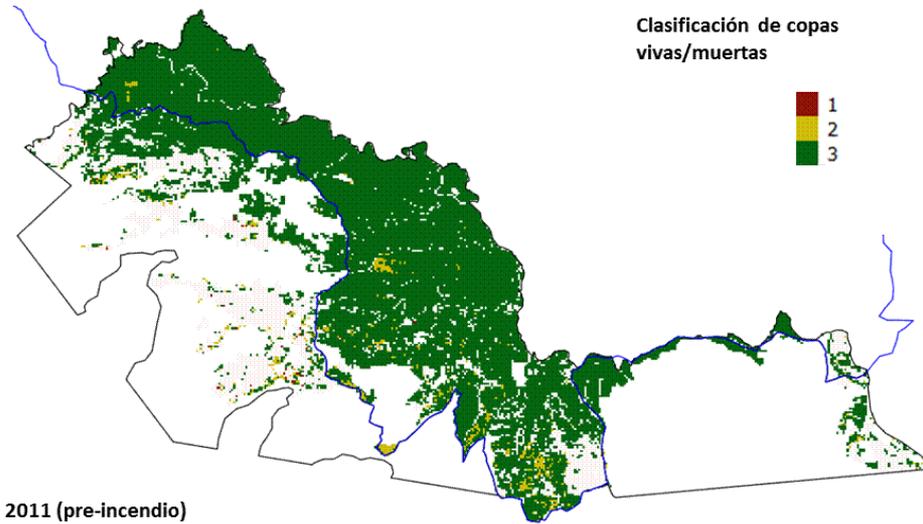
VENTAJA FRENTE A ANÁLISIS DE IMÁGENES: excluye del análisis la vegetación del estrato inferior

- Calibración con datos de parcelas de campo

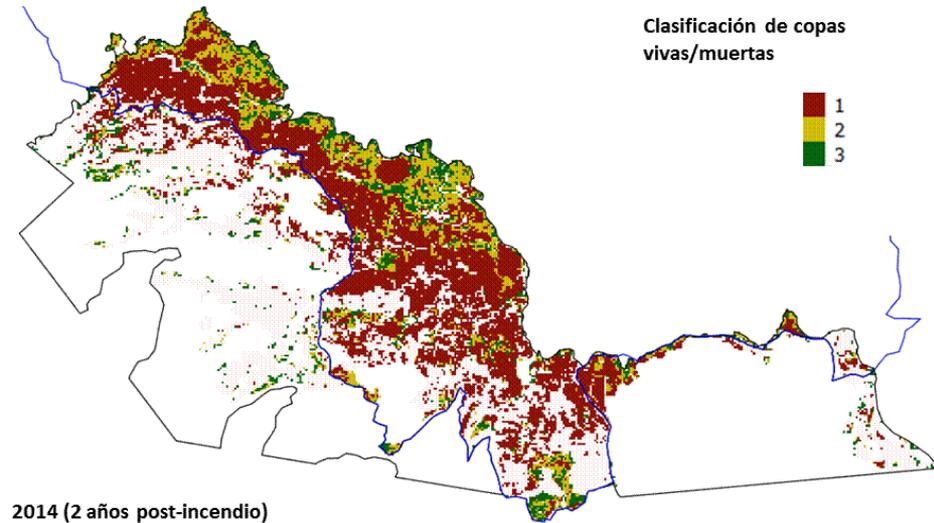
Clases definidas:

- 1 = predominio de copas muertas (vivo < 15%)
- 2 = mezcla de copas vivas/muertas (vivo 15%-70%)
- 3 = predominio de copas vivas (vivo > 70%)

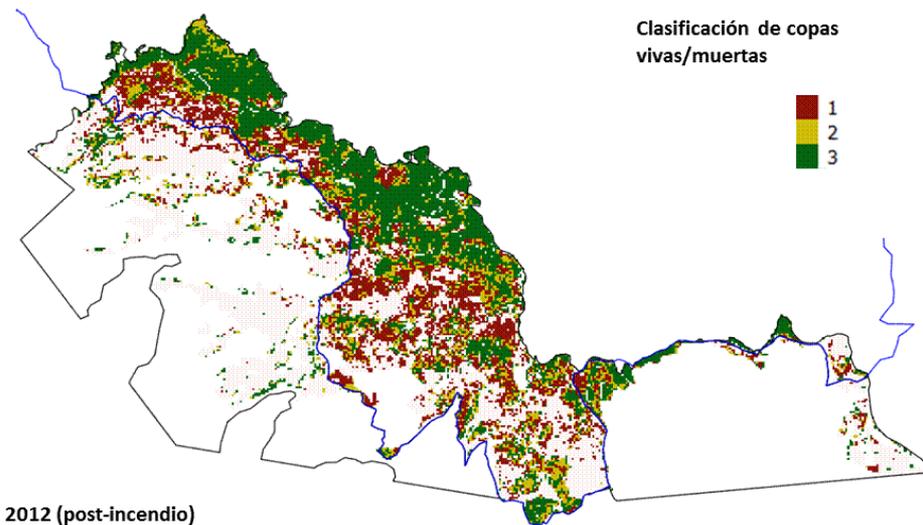
Análisis de datos de intensidad LiDAR



2011 (pre-incendio)



2014 (2 años post-incendio)



2012 (post-incendio)

Discriminación de biomasa viva y muerta en las copas:

- Evolución entre fechas
- Cuantificación por zonas
 - niveles de severidad
 - especies

Análisis de datos de intensidad LiDAR



1) Grado de rebrote de cepa del arbolado

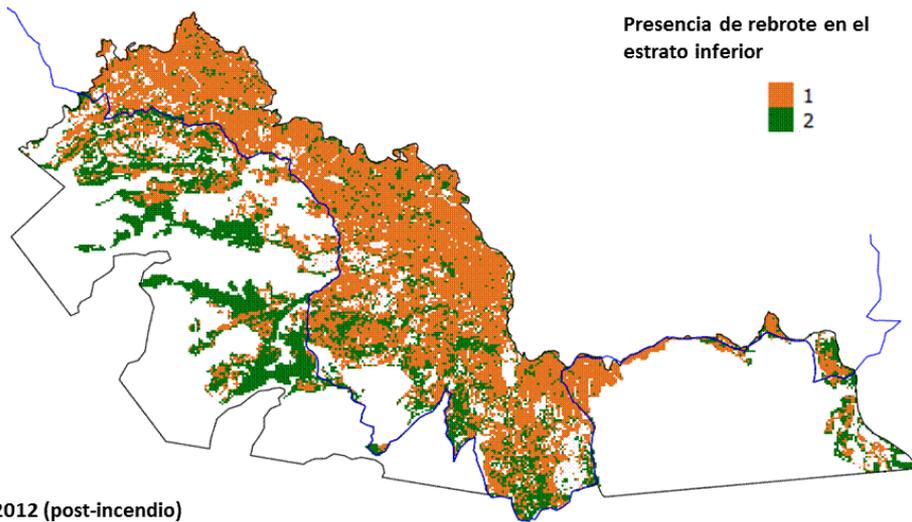
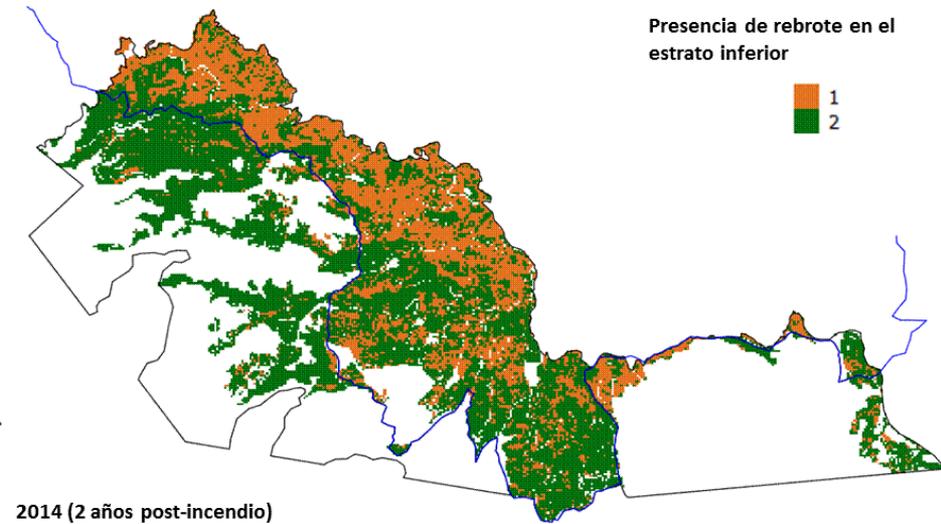
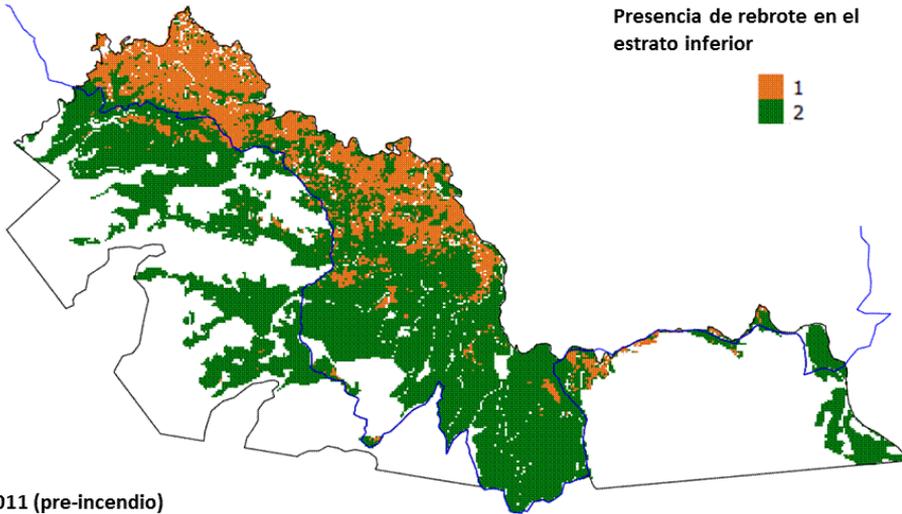
- Valores de intensidad LiDAR en el estrato inferior a 4 m
VENTAJA FRENTE A ANÁLISIS DE IMÁGENES: excluye del análisis la vegetación del estrato superior
- Calibración con datos de parcelas de campo

Clases definidas:

- 1 = rebrote nulo o escaso (< 20%)
- 2 = rebrote moderado (> 20%)

DIFICULTAD: confusión con otras especies (matorral y herbáceas) hasta que la altura del rebrote sea superior

Análisis de datos de intensidad LiDAR



Grado de rebrote de cepa del arbolado

- Evolución entre fechas
- Cuantificación por zonas
 - niveles de severidad
 - cuencas hidrográficas

¡ MUCHAS GRACIAS!



jltome@agresta.org

